

MODELAGEM MATEMÁTICA E BIOMATEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR PARA O ESTUDO DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Polyanna Possani da Costa Petry
Universidade do Estado de Mato Grosso
polyanna.possani@unemat.br

Kátia Maria de Medeiros
Universidade Estadual da Paraíba
katiamedeirosuepb@gmail.com

RESUMO

Este trabalho apresenta um levantamento bibliográfico do tipo Revisão Sistemática de Literatura (RSL), na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), cujo objetivo é apresentar um panorama das produções (Teses) relacionadas à utilização da Modelagem em Educação Matemática no Ensino Superior, na perspectiva da utilização das Equações Diferenciais Ordinárias (EDO). Em particular, buscou-se ainda verificar se existem produções que utilizam a Biomatemática como uma possibilidade para o ensino-aprendizagem de EDO. Por meio das expressões (termos de busca na BDTD) definidas previamente, critérios de exclusão e etapas de leitura dos títulos, resumos, teses e a pergunta norteadora: quais as características das pesquisas que tratam especificamente de Modelagem Matemática no Ensino Superior com Equações Diferenciais Ordinárias? Foram localizadas 163 teses, das quais apenas 6 estavam relacionados ao foco principal deste estudo. Diante deste cenário, verifica-se a falta de discussões ou propostas de atividades/projetos na perspectiva de ensino-aprendizagem das EDO, por meio da Modelagem em Educação Matemática, em particular, relacionando à Biomatemática no Ensino Superior.

Palavras-chave: Modelagem em Educação Matemática; Equações Diferenciais Ordinárias; Revisão Sistemática de Literatura.

INTRODUÇÃO

Conforme Tractenberg (2011), diante da realidade que se tem vivido nas universidades: a presença cada vez mais de públicos diversificados e, conseqüentemente, aceleração no processo de expansão de oferta de cursos e vagas, aumento do número de instituições de ensino superior, principalmente no setor privado, a busca por competir em mercados globais, estudantes, recursos financeiros etc., o ensino superior tem enfrentado grandes desafios. Conseqüentemente, implicando sobre o trabalho do professor universitário, tal realidade faz com que a demanda de atualização e desenvolvimento profissional do docente aumente cada vez mais. É preciso que o professor esteja atento ao público presente na sala de aula, cada vez

mais diversificado, e conseqüentemente “vigie” sua prática pedagógica, tendo a consciência que para atuar no ensino deve-se ir além do saber específico.

De acordo com o que Ponte (1999) afirma, para o professor exercer seu papel com competência e qualidade é necessário que, além dos saberes específicos, ele tenha formação didática e investigue sua prática. Para estes aspectos serem contemplados na formação do futuro professor, ele precisa, além do conhecimento dos conteúdos matemáticos a serem ensinados, como afirma o autor, desenvolver o seu conhecimento didático de Matemática. Este é um conhecimento que possui quatro dimensões: o conhecimento dos conteúdos matemáticos; (ii) o conhecimento dos alunos; (iii) o conhecimento curricular e; (iv) o conhecimento do processo instrucional, na preparação, na condução e na avaliação da aula.

O conhecimento dos conteúdos matemáticos e suas relações internas na Matemática, podem ser exploradas didaticamente para uma aprendizagem efetiva destes conteúdos, bem como suas conexões com outras áreas do conhecimento, que propiciem relações interdisciplinares auspiciosas e seus modos de raciocínio e argumentação.

O conhecimento do processo instrucional, na preparação ou planejamento é a fase na qual o professor elabora o que pretende colocar em prática na sua aula. Este é um momento que não deve ser descartado pelo professor, pois é fundamental para que identifique os avanços e possíveis ajustes em sua prática letiva. Certamente, tais ajustes se farão necessários, por melhores que sejam os resultados, tendo em vista a participação dos alunos, numa aula de Matemática na perspectiva interacionista. Nesta perspectiva, segundo Godino e Llinares (2000) o professor e o aluno interagem, considerando as respostas dos alunos e estes interagem entre si, encorajados pelo professor.

A condução da aula também é um elemento fundamental neste processo. Segundo o autor, o professor pode se utilizar da agenda (o plano mental) e a monitorização, na qual vai acompanhando o desenvolvimento do seu planejamento nas interações com os alunos e destes entre si. Na finalização da aula, a avaliação destas atividades também pode ocorrer com a reflexão sobre a prática (SCHÖN, 1991). A reflexão é uma importante ação na formação do professor, que pode contribuir para a sua aprendizagem para ensinar Matemática e aperfeiçoar a sua prática, constantemente.

O que depreendemos, ao evidenciarmos o Conhecimento Didático de Matemática (PONTE, 1999) é que o conhecimento profissional do professor de Matemática, para que venha a exercer a sua profissão de modo eficaz e produtivo para os alunos, não pode se restringir ao conhecimento dos conteúdos matemáticos, trabalhados no ensino tradicional.

Em particular, no ensino da Matemática, além deste cenário, vivemos a realidade de buscar estratégias para uma renovação pedagógica, no sentido de contribuir efetivamente na construção do conhecimento do aluno de maneira a dar significado à utilização da Matemática.

Como nos apresenta Bassanezi (2015):

Nos últimos tempos, diversos pesquisadores, em especial nas universidades, têm buscado caminhos para a renovação pedagógica ao criar ambientes de ensino e aprendizagem favoráveis à capacitação de pessoas com perfil adequado aos novos tempos. O ensino-aprendizagem com modelagem matemática é um dos frutos mais ricos e promissores dessa busca (BASSANEZI, 2015, p.11).

Especificamente no ensino de conteúdo de Equações Diferenciais Ordinárias (EDO), a Modelagem Matemática configura-se como uma ferramenta que pode contribuir para essa compreensão geral da possibilidade do estudo de fenômenos em diversas áreas de conhecimento a partir da Matemática, podendo contribuir inclusive, a partir de situações atuais do fenômeno, no estudo de possibilidades futuras. Sendo a Biologia uma destas áreas, em que muitos de seus fenômenos podem ser estudados por meio das EDO, utilizar os conceitos fundamentais da Biomatemática (emprego da Matemática ao estudo de processos biológicos) para o estudo de EDO pode configurar-se como uma interessante oportunidade de realizar esta relação entre áreas distintas na busca de construir e dar significado ao conceito Matemática de EDO.

Modelar é uma atividade fundamental da ciência, embora os estudantes e até futuros professores de Matemática e ciências, muitas vezes, desconheçam isto. A Modelagem Matemática emergiu, também no Brasil, nas últimas décadas, como uma promissora metodologia de ensino-aprendizagem da Matemática, em todos os níveis, uma vez que traz a possibilidade de abordagem de situações-problema reais.

Esta característica é um fator motivador para os estudantes, capaz de lhes conquistar a atenção e a participação nas aulas, contribuindo, deste modo, para a aprendizagem efetiva e de qualidade, conforme podemos observar em Araújo e Martins (2017) e em Matos e Lara (2016). Neste sentido, a Modelagem Matemática se torna uma importante tendência da Educação Matemática, podendo contribuir para a formação de estudantes e professores de Matemática, seja na formação inicial ou a continuada.

Esta tendência poderá, se for estudada e explorada adequadamente, por pesquisadores acadêmicos, professores da Escola Básica e futuros professores, contribuir na efetivação de um modelo de educação e ensino-aprendizagem da Matemática, que supere o ensino tradicional ou ensino direto (PONTE, 2005), uma vez que este já não contribui para a formação de cidadãos para as demandas sociais do século XXI.

Segundo Bassanezi (2014), precisamos utilizar um novo modelo de educação que explore a realidade dos estudantes e professores na sociedade, que procure maior integração entre relacionar instrumentos matemáticos e de outras áreas do conhecimento.

No que tange à Modelagem em Educação Matemática, Meyer, Caldeira e Malheiros (2012) ressaltam as relações deste campo de conhecimento com outros, como a Pedagogia de Projetos, a Etnomatemática, as TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação), a Educação Matemática Crítica e a Educação Ambiental.

Com estas características, em princípio, a Modelagem Matemática atrai os alunos por lhes mostrar utilidades da Matemática referentes a questões de seu cotidiano. Contudo, na perspectiva da Educação Matemática, o trabalho didático com esta metodologia, vai muito além de características utilitárias e abrange aspectos formativos fundamentais para a formação do cidadão ativo e reflexivo.

De acordo com Biembengut (2016, p. 98-99):

Modelagem (matemática) é um método para solucionar alguma situação-problema ou para compreender um fenômeno utilizando-se alguma teoria (matemática). Não se trata de ciência ou matemática, segundo Morrison (1991), mas sim de dispor os dados de um fenômeno ou da questão investigada em sintonia com alguma estrutura (matemática) que possibilite representá-los e, principalmente, possibilitar uma descrição, uma resposta ou solução plausível, uma previsão.

Neste método, Bean (2001), afirma que o profissional modela uma situação na qual há um problema, com o intuito de melhor compreendê-la. Nesta ação, ele define os parâmetros, as características e as relações que permitem a resolução do problema. Estas características e relações são extraídas, segundo o autor, de hipóteses e aproximações simplificadoras, traduzidas em termos matemáticos, o modelo, em que a Matemática reflete a situação-problema. Antes e depois da criação do modelo o profissional verifica a coerência Matemática e a validade do modelo no contexto do problema original. Desse modo, ajustes, modificações e novos modelos serão realizados, até que um modelo aceitável possa vir a dar conta do problema.

Nesse sentido, a partir do estudo de teses disponibilizadas na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD, neste trabalho temos como objetivo apresentar um panorama das produções relacionadas à utilização da Modelagem Matemática no ensino superior, na perspectiva da utilização das Equações Diferenciais Ordinárias (EDO) – uma vez que as EDO são importantes ferramentas na Modelagem Matemática. Em particular, busca-se ainda verificar se existem produções que utilizam a Biomatemática como uma possibilidade para o ensino-aprendizagem de EDO.

O artigo apresenta a Metodologia da pesquisa com a RSL, seguida por resultados e discussões decorrentes desta revisão e conclui com as considerações finais, que apontam para

outras fases e possíveis resultados, desta pesquisa de doutorado, iniciada em 2019, desenvolvida no *Programa de Pós-Graduação Doutorado em Educação em Ciências e Matemática Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática – REAMEC*.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da presente investigação, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), por meio da busca eletrônica, de teses cujo foco relacionava-se ao ensino de Matemática no ensino superior, em particular, ao conteúdo de EDO mediados pela Modelagem Matemática. Verificamos ainda, aquelas que apresentam especificamente a Biomatemática nesse processo de ensino-aprendizagem de EDO, disponíveis na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). A BDTD, desenvolvida e coordenada pelo Instituto Brasileiro de Informações em Ciências e Tecnologia (IBICT), foi criada para dar acesso, sem quaisquer custos, aos textos completos de teses e dissertações defendidas no Brasil e assim, contribuir na difusão do conhecimento científico e tecnológico e divulgação das produções nacionais.

A escolha pela Revisão Sistemática de Literatura (RSL) se deu por caracterizar-se como uma síntese de literatura, porém com uma orientação para a elaboração dessa síntese, possibilitando, portanto, maior rigor, transparência e confiabilidade à pesquisa (TRACTENBERG, 2011). Segundo Galvão e Pereira (2014) a RSL:

Trata-se de um tipo de investigação focada em questão bem definida, que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis. [...] As revisões sistemáticas devem ser abrangentes e não tendenciosas na sua preparação. Os critérios adotados são divulgados de modo que outros pesquisadores possam repetir o procedimento. [...] Os métodos para elaboração de revisões sistemáticas preveem: (1) elaboração da pergunta de pesquisa; (2) busca na literatura; (3) seleção dos artigos; (4) extração dos dados; (5) avaliação da qualidade metodológica; (6) síntese dos dados (metanálise); (7) avaliação da qualidade das evidências; e (8) redação e publicação dos resultados (GALVÃO; PEREIRA 2014, p. 183).

Sendo assim, considerando que os critérios adotados devam estar bem definidos e serem apresentados de maneira clara, podendo ser repetidos por outro pesquisador, a seguir trazemos os caminhos definidos previamente para a realização da RSL – pergunta norteadora, expressões a serem pesquisadas na BDTD e os critérios para seleção das teses.

Para definir a pesquisa que nortearia nossa busca, utilizamos justamente o que desejavamos obter com a Revisão da Literatura, ou seja, obter um panorama das produções relacionadas à utilização da Modelagem Matemática no ensino superior, na perspectiva da utilização das Equações Diferenciais Ordinárias (EDO). Verificando ainda, aquelas que apresentam a Biomatemática nesse processo de ensino-aprendizagem das EDO, especificamente em cursos

de Licenciatura em Matemática. Desta forma, elaboramos a seguinte pergunta: quais as características das pesquisas que tratam especificamente de Modelagem Matemática no Ensino Superior com Equações Diferenciais Ordinárias?

De maneira mais específica, com relação às características desejamos investigar: a Modelagem Matemática no Ensino Superior aparece como uma proposta metodológica ou emergem apenas como propostas de modelos matemáticos? para quais cursos do ensino superior são direcionadas as teses? a Biomatemática é citada ou apresentada como possibilidade para o estudo das Equações Diferenciais Ordinárias? Para o caso afirmativo, como é feita a abordagem?

Em seguida, após definir a pergunta que nortearia nossa pesquisa, definimos como realizaríamos nossa busca na BDTD. Com o intuito de abranger o maior número possível de teses relacionadas ao tema da pesquisa, no site <http://bdtd.ibict.br/vufind/>, utilizamos a opção busca avançada e os seguintes filtros, também disponibilizados pelo próprio site: todos os campos (título, autor, assunto, resumo português, resumo inglês, editor, ano da defesa), correspondência da busca (todos os termos), limitar a (teses).

Com relação às expressões utilizadas, sempre na tentativa de obter o maior número de teses que poderiam apresentar alguma das características desejadas, optamos por utilizar mais de uma expressão e ainda fazer algumas “combinações” entre elas. Sendo assim, por ser uma busca com diferentes expressões, utilizamos a opção de grupo de busca¹ indicada pelo próprio site para buscas mais complexas. O critério utilizado para a escolha das expressões deu-se por utilizar as palavras chaves do objetivo da pesquisa: Modelagem em Educação Matemática, Modelagem Matemática, Ensino Superior, Equações Diferenciais Ordinárias e Biomatemática. Observamos ainda que algumas expressões diferem-se apenas pelo uso das aspas. Ao utilizar-se aspas, significa que se deseja a expressão exatamente na ordem digitada, obtendo assim, resultados mais específicos.

A seguir, no Quadro 1, apresentamos todas as expressões utilizadas, bem como a quantidade de grupos e o número de teses obtidas em cada busca.

Quadro 1 – Expressões de busca utilizadas na BDTD e seus respectivos números de teses

Grupo de busca 1	Grupo de busca 2	Grupo de busca 3	Número de teses
“Modelagem em Educação Matemática”			9

¹ A opção grupo de pesquisa é utilizada quando para certas buscas complexas, um conjunto simples de campos de busca podem não ser o bastante.

Modelagem em Educação Matemática			81
“Modelagem em Educação Matemática”	“Ensino Superior”		1
Modelagem em Educação Matemática	Ensino Superior		17
“Modelagem em Educação Matemática”	“Ensino Superior”	“Equações Diferenciais Ordinárias”	0
Modelagem em Educação Matemática	Ensino Superior	Equações Diferenciais Ordinárias	0
Modelagem Matemática	Ensino Superior		19
Modelagem Matemática	Equações Diferenciais Ordinárias		22
Equações Diferenciais Ordinárias	Ensino Superior		2
Biomatemática	Ensino Superior		0
Biomatemática	Equações Diferenciais Ordinárias		2
Biomatemática	Modelagem Matemática		10
		Total	163

Fonte: Das autoras

A partir das 12 buscas realizadas, para selecionarmos as teses que se encaixavam no foco da pesquisa, considerando a possibilidade de aparecerem teses repetidas e/ou teses não relacionadas ao tema (mas que poderiam aparecer como um resultado devido alguma palavra comum), definimos 3 critérios para exclusão das teses, sendo eles: teses que, mesmo com expressão de busca distinta, aparecem repetidas; teses que não abordam a Modelagem Matemática no contexto de uma alternativa metodológica; teses que não abordam o contexto do Ensino Superior. Conduzimos a pesquisa com a seguinte dinâmica: primeiramente realizamos a leitura dos títulos das 163 teses, após a exclusão pelo título, fizemos a leitura dos resumos das teses restantes e, após a exclusão das teses pelos seus resumos, realizamos a leitura das teses cuja relação com a nossa pesquisa ainda não estava explícita.

Por meio da leitura do título das 163 teses e utilizando os critérios de exclusão estabelecidos, obtivemos 64 teses, das quais, pelos títulos, algumas já estavam explícitas que possuíam o foco desejado, no entanto, em outras, ainda não era possível a identificação. Em seguida, ainda empregando os critérios de exclusão, realizamos a leitura dos resumos das 64 teses restantes, obtendo 21 trabalhos como resultado da filtragem. Nesta etapa chamamos a

atenção para o fato de que as teses que apresentavam as expressões Modelos Matemáticos e Equações Diferenciais Ordinárias, não abordavam a Modelagem Matemática numa perspectiva de proposta de ensino de EDO, mas sim se configuravam como trabalhos que apresentam modelos matemáticos e a busca de suas soluções, isto é, classificam-se como Matemática Aplicada. Além disso, em todas as buscas que envolveram a expressão Biomatemática não obtivemos resultados na área de ensino. Por fim, desejando obter somente as teses que abordavam EDO, realizamos a leitura das teses restantes. Onde, finalmente, obtivemos 6 teses que, aparentemente, tratam dos objetos da pesquisa e, a partir da pergunta norteadora, realizamos o estudo das 6 teses selecionadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Quadro 2, apresentamos os títulos das 6 teses selecionadas e, em seguida, relacionando com a pergunta norteadora, buscamos analisá-las.

Quadro 2 – Títulos das teses selecionadas para estudo.

Expressões utilizadas na busca	Teses obtidas após utilização dos critério de exclusão
“Modelagem em Educação Matemática”	Cálculo em ação, modelagem e parcerias: possibilidades para aprendizagens expansivas em um contexto de formação em Engenharias
Modelagem em Educação Matemática	A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético
	A modelagem matemática e a interdisciplinaridade na introdução do conceito de equação diferencial em cursos de engenharia
	Ensino e aprendizagem do modelo Poisson: uma experiência com modelagem
	Abordagem geométrica: possibilidades para o ensino e aprendizagem de Introdução as Equações Diferenciais Ordinárias
Equações Diferenciais Ordinárias e Ensino Superior	Uma abordagem pedagógica baseada na análise de modelos para alunos de biologia: qual o papel do software?

Fonte: Das autoras

A pergunta que norteou a Revisão Sistemática de Literatura foi: quais as características das pesquisas que tratam especificamente de Modelagem Matemática no Ensino Superior com Equações Diferenciais Ordinárias? De maneira mais específica, com relação às características, investigamos: 1) Se a Modelagem Matemática no Ensino Superior aparece como uma proposta metodológica ou emergem apenas como propostas de modelos matemáticos? 2) Para quais cursos do Ensino Superior são direcionadas as Teses? 3) A Biomatemática é citada ou

apresentada como possibilidade para o estudo das Equações Diferenciais Ordinárias? Para o caso afirmativo, como é feita a abordagem? Como apresentamos a seguir.

Tese 1: Cálculo em ação, modelagem e parcerias: possibilidades para aprendizagens expansivas em um contexto de formação em Engenharias.

Rutyele Ribeiro Caldeira. – UFMG, Belo Horizonte, 2014.

1. A partir de questionamentos, por parte dos alunos, acerca da relevância dos conteúdos para a formação de engenheiro contemporâneo e demonstração de desmotivação em aprender por parte dos mesmos (vivenciados pela autora em sua profissão), ela aborda a Modelagem Matemática como uma tentativa de propiciar uma melhor formação de matemática para os alunos de Engenharia, em termos de aplicabilidade, e responder, portanto, o papel e a importância dos conteúdos na respectiva formação profissional dos mesmos (incluindo as EDO). Tal estudo se deu por meio de atividades desenvolvidas por um Grupo de Estudos e Pesquisa em Modelagem Matemática - GEPMM em um contexto de formação em Engenharias.
2. Engenharia.
3. A Biomatemática não é apresentada como possibilidade para o estudo.

Tese 2: A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético.

Rodrigo Dalla Vecchia. – UNESP, Rio Claro, 2012.

1. Motivado por suas vivências e práticas pedagógicas – interesse dos alunos em relacionar assuntos matemáticos abordados em situações que não diziam respeito somente a Matemática – aliando seu interesse pessoal a construção de jogos. O autor investiga a Modelagem Matemática com o mundo cibernético (compreendido neste trabalho como qualquer ambiente produzido com as Tecnologias Digitais).
2. Licenciatura em Matemática.
3. O estudo das EDO aparece de forma bem discreta, não sendo o foco do trabalho, mas sim para o estudo de recursos tecnológicos, em especial, o uso de linguagens de programação para construção de jogos eletrônicos. Desta forma, a Biomatemática não é apresentada como possibilidade para o estudo.

Tese 3: A modelagem matemática e a interdisciplinaridade na introdução do conceito de equação diferencial em cursos de engenharia.

Roberto Fecchio. – PUC, São Paulo, 2011.

1. Baseado em sua trajetória enquanto professor, das dificuldades e obstáculos enfrentados pelos alunos de Engenharia, o autor propõe a Modelagem Matemática como recurso didático para atividades interdisciplinares no ensino-aprendizagem de Equações Diferenciais. Desenvolvendo uma sequência didática que relaciona as fases da Modelagem conforme Bassanezi (2002).
2. Engenharia.
3. As atividades desenvolvidas eram relacionadas a problemas de misturas de soluções, Lei de Torricelli e Lei de Resfriamento de Newton (com base no resfriamento obtido por ventilação forçada). Portanto, a Biomatemática não foi utilizada como possibilidade para o estudo das EDO.

Tese 4: Ensino e aprendizagem do modelo Poisson: uma experiência com modelagem.

Maia Ines Rodrigues Miguel. – PUC, São Paulo, 2005.

1. A partir da experiência com ensino superior na área de Estatística, na busca de um ensino que minimize as dificuldades apresentadas pelos alunos. Em particular, pela própria complexidade, o Modelo de Poisson – que utiliza conceitos matemáticos que, em geral, não fazem parte do currículo anterior dos alunos, por exemplo, equações diferenciais lineares homogênea e não homogêneas. Neste sentido, a autora busca verificar se o uso da Modelagem Matemática é favorável ao ensino-aprendizagem do Modelo de Poisson, por meio da elaboração de uma sequência didática.
2. Engenharia Elétrica e Ciência da Computação.
3. A Tese estuda especificamente o Modelo de Poisson. Desta forma, como as EDO apresentam-se como ferramentas para este estudo, a Biomatemática não aparece neste estudo.

Tese 5: Abordagem geométrica: possibilidades para o ensino e aprendizagem de Introdução as Equações Diferenciais Ordinárias.

Sueli Liberatti Javaroni. – UNESP, Rio Claro, 2007.

1. Tem como objetivo analisar as possibilidades de ensino-aprendizagem de introdução às EDO a partir do estudo qualitativo de alguns modelos matemáticos auxiliada pelas tecnologias de informação e comunicação (Winplot, Maple, planilha de cálculo Excel).
2. Curso de Extensão Universitária oferecido aos alunos do Curso de Matemática – oito alunos do curso de Licenciatura em Matemática e um aluno do curso de Bacharelado em Matemática.

3. Como um dos objetivos do curso de extensão consistia em analisar alguns modelos tais como: modelos de crescimento populacional de Malthus, de Verhulst, de aquecimento/resfriamento, dados discretos de um experimento (o resfriamento da cerveja), a Biomatemática não é apresentada como possibilidade para o estudo EDO de maneira explícita. No entanto, modelos que estudam dinâmicas populacionais fazem parte da Biomatemática, então podemos afirmar, que de maneira não explícita, ou até mesmo sem uma intenção, conceitos de Biomatemática foram abordados.

Tese 6: Uma abordagem pedagógica baseada na análise de modelos para alunos de biologia: qual o papel do software?

Débora da Silva Soares. – UNESP, Rio Claro, 2012.

1. A partir da discussão da importância da disciplina de Cálculo, que está presente no currículo de diferentes cursos, a abordagem neste trabalho direciona-se para a proposta e aplicação de um sequência de atividades para o estudo de um modelo matemático para um fenômeno biológico cujo foco de análise é o entendimento das equações, o estudo do comportamento de suas soluções e a influência dos parâmetros neste comportamento por meio do software Modellus, numa turma de alunos que ainda não tinham o conceito de derivada.
2. Biologia
3. O fenômeno biológico proposto para estudo foi o da transmissão da malária e o modelo matemático analisado foi o modelo de RossMacdonald. Neste caso, a Biomatemática está presente no estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do levantamento realizado na BDTD, utilizando diferentes expressões e combinações dessas expressões (ao todo 12 buscas) e limitando nossa pesquisa a teses, obtivemos um total de 163 resultados. Após essa primeira busca, utilizando os critérios de exclusão por meio da leitura dos títulos, resumos e as teses, constatamos que apenas 6 trabalhos estavam relacionados ao tema proposto.

Antes de apresentarmos algumas considerações com relação às teses que atendem o foco de nossa busca, é interessante observarmos a falta de pesquisas que tratam desse objeto, isto é, discussões ou propostas de atividades/projetos na perspectiva de ensino-aprendizagem das EDO no Ensino Superior, por meio da Modelagem Matemática, em particular, relacionando à

Biomatemática (uma vez que muitos de seus conceitos podem ser estudados por meio das EDO).

Além disso, apesar de termos realizado uma busca com diferentes expressões, na tentativa de obtermos o maior número possível de teses relacionadas ao tema, observamos também que podem existir outros trabalhos que se adequam ao tema da pesquisa, porém não apareceram no resultado das buscas – um dos motivos pode ser justificado pelo fato destes trabalhos usarem termos diferentes dos utilizados na busca.

Com relação ao estudo mais detalhado, referente à pergunta norteadora, que realizamos nas 6 teses, trazemos as seguintes considerações:

1. Todas apresentaram contextualizações e considerações referente às dificuldades em Matemática para a busca e utilização da Modelagem Matemática no ensino superior como uma alternativa metodológica. No caso específico das EDO, apenas a tese intitulada “Ensino e aprendizagem do modelo Poisson: uma experiência com modelagem” não a aborda como tema principal, mas sim como uma “ferramenta” para outro estudo.
2. Os cursos aos quais os trabalhos se referem são basicamente: Engenharias, Ciência da Computação, Matemática e Biologia. Aqui chamamos atenção para as duas teses direcionadas aos cursos de Matemática, a tese “A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético”, que na verdade apresenta as EDO muito mais como ferramentas para a construção de jogos eletrônicos, ou seja, a modelagem matemática não é utilizada para o ensino das EDO e a tese “Abordagem geométrica: possibilidades para o ensino-aprendizagem de Introdução as Equações Diferenciais Ordinárias” que apresenta uma abordagem interessante de possibilidades de ensino-aprendizagem de introdução às EDO, a partir do estudo qualitativo de alguns modelos matemáticos auxiliada pelas tecnologias de informação e comunicação (Winplot, Maple, planilha de cálculo Excel). No entanto, a proposta foi desenvolvida na forma de curso de extensão, com um grupo pequeno de participantes, sendo 8 alunos do curso de Licenciatura em Matemática e 1 aluno do curso de Bacharelado em Matemática.
3. Em nenhuma tese a Biomatemática aparece contextualizada como possibilidade para o ensino de EDO. No entanto, apesar de não deixar claro ou explícito, em duas das teses, são abordados modelos associados à Biomatemática. Desta forma, podemos afirmar que as teses que apresentam a proposta da Modelagem Matemática para o ensino de EDO, apesar de apresentarem modelos matemáticos que estão relacionados à Biomatemática, a mesma não é mencionada em nenhum momento. Da mesma forma, as teses que trazem a Biomatemática

como tema principal, não apresentam uma abordagem voltada para o ensino superior, isto é, não a relacionam ao ensino de EDO como uma Modelagem Matemática.

Apresentamos tal discussão por acreditarmos ser importante e possível realizar essa articulação, uma vez que, nesse cenário, está presente a interdisciplinaridade. Além disso, Bassanezi (2014) enfatiza a necessidade de relacionar a Matemática com outras áreas de conhecimento. Apesar da Biomatemática possuir profundidade e complexidade em seus conceitos, as EDO aparecem como importante ferramenta para o estudo de muitos de seus modelos, como por exemplo, o estudo de Dinâmica de Populações.

Com esta pesquisa, esperamos, mais adiante, também poder contribuir com a utilização da Modelagem em Educação Matemática para o ensino-aprendizagem das Equações Diferenciais Ordinárias, no curso de Licenciatura em Matemática. Esta utilização poderá ser muito relevante na formação de um professor de Matemática que vê a Modelagem em Educação Matemática como uma metodologia que pode e deve ser explorada em todos os níveis de ensino. Com nossa pesquisa, em nível de doutorado, com futuros professores de Matemática da UNEMAT, campus de Sinop, poderemos ter resultados que apontem para uma utilização desta metodologia no Ensino Superior e vivenciada por estes futuros professores, na Licenciatura em Matemática.

Desse modo, uma vez que eles próprios aprenderam até a Matemática de nível superior, através dela, por que não utilizá-la também com seus alunos dos Ensinos Fundamental e Médio, na Escola Básica? Além disso, poderão ter adquirido conhecimentos para explorá-la em outros momentos de sua formação inicial, como no Estágio Supervisionado.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. L.; MARTINS, D. A. A oficina de modelagem #ocupaicex: empoderamento por meio da matemática. **RPEM**, Campo Mourão, Pr, v.6, n.12, p.109-129, jul.-dez. 2017.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. 4 ed. - São Paulo: Contexto, 2014.

BASSANEZI, R. C., **Modelagem Matemática: teoria e prática**. São Paulo, 2015.

BEAN, D. O que é Modelagem Matemática? **Educação Matemática em Revista**, ano 8 nº9/10 abril 2001.

BELLO, S. E. L.; BASSOI, T. S. A pedagogia de projetos para o ensino interdisciplinar de Matemática em cursos de formação continuada de professores. **Educação Matemática em revista**. Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática, nº15, ano 10, p. 29-38, Dez de 2003.

Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 23 de março de 2019.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

CALDEIRA, R. R. **Cálculo em ação, modelagem e parcerias: possibilidades para aprendizagens expansivas em um contexto de formação em Engenharias**. 2014. 229 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

DALLA VECCHIA, R. **A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético**. 2012. 275 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2012.

FECCHIO, R. **A modelagem matemática e a interdisciplinaridade na introdução do conceito de equação diferencial em cursos de engenharia**. 2011. 209 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.

GALVÃO T. F, PEREIRA M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiol Serv Saude** [Internet]. Brasília, 23(1):183-184, jan-mar 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ress/v23n1/2237-9622-ress-23-01-00183.pdf>. Acesso em: 23 de março de 2019.

GODINO, J., & LLINARES, S. El interaccionismo simbólico en educación matemática. **Revista Educación Matemática**, 12 (1), 70-92, 2000.

JAVARONI, S. L. **Abordagem geométrica: possibilidades para o ensino e aprendizagem de Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias**. 2007. 231 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2007.

MATOS, D. V.; LARA, I.C.L. Aproximando matemática e realidade: percepções de professores de matemática acerca da modelagem matemática no ensino. **VIDYA**, v. 36, n. 1, p. 93-109, jan./jun., 2016 - Santa Maria, 2016.

MEYER, J. F. C. A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS A. P. S. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

MIGUEL, M. I. R. **Ensino e aprendizagem do modelo Poisson: uma experiência com modelagem**. 2005. 270 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

PONTE, J. P. (1999). Didáticas específicas e construção do conhecimento profissional. In J. Tavares, A. Pereira, A. P. Pedro, & H. A. Sá (Eds.), **Investigar e formar em educação: Actas do IV Congresso da SPCE** (pp. 59-72). Porto: SPCE.

PONTE, J. P. Gestão curricular em Matemática. In GTI (Ed.), **O professor e o desenvolvimento curricular** (pp. 11-34). Lisboa: APM, 2005.

SCHÖN, D. **The reflective practitioner: How professionals think in action** (1.^a ed.). London: ASGATE & ARENA, 1991.

SOARES, D. S. **Uma abordagem pedagógica baseada na análise de modelos para alunos de biologia: qual o papel do software?** 2012. 341 p. Tese - (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2012.

TRACTENBERG, L. E. F. **Colaboração docente e ensino colaborativo na educação superior em ciências, matemática e saúde – contexto, fundamentos e revisão sistemática**. 2011.



XI CNMEM – Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática

Modelagem Matemática na Educação Matemática e a Escola Brasileira: atualidades e perspectivas

UFMG: Belo Horizonte, MG – 14 a 16 de novembro de 2019

ISSN: 2176-0489

320 f. Tese (Doutorado em Ciências e Saúde) – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2011.